

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2012.09.026

抗干扰多模接收机人机交互平台

代君, 李文光, 李怀建

(北京理工大学宇航学院, 北京 100081)

摘要: 为了提高卫星导航系统应用终端的接收机的安全性能, 设计一种抗干扰多模接收机人机交互平台系统。该系统采用 C# 程序设计语言进行开发, 利用面向对象的思想进行了系统需求分析, 提出了软件平台设计的总体方案, 将软件平台进行模块化构建, 并从可视化模块、通信交互模块、接口选择模块、数据管理模块和命令管理模块 5 个方面着手设计。通过与硬件平台的连接测试证明: 该平台性能优越, 满足了功能目标中提出的多样化、综合性、直观性的要求。

关键词: 抗干扰多模接收机; 人机交互平台; 模块化; C# 语言

中图分类号: TJ861 **文献标志码:** A

Anti-Interference and Multi-Mode Receiver Human-Computer Interaction Platform

Dai Jun, Li Wenguang, Li Huaijian

(School of Aerospace Engineering, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China)

Abstract: For improving security performance of application terminal receiver of satellite navigation system, design the anti-interference and multi-mode receiver human-computer interaction platform. The system adopts C# program language process development, utilize object-oriented theory process system requirement analysis, put forward software platform design scheme, construct module of software platform, and design visualization module, the interactive communication module, the interface selection module, the data management module and the command management module. The linkage test between platform and hardware platform proves that the platform performance is great, and it meets the function target of diversification, integration and visualization.

Key words: anti-interference and multi-mode receiver; human-computer interaction platform; modularization; C# language

0 引言

从地面、海面到空中、空间, 从高速飞行的卫星、导弹到地壳运动检测、地震预报, 卫星导航技术几乎触及到每一个领域的每一个方面^[1]。伴随着卫星导航技术的迅猛发展和广泛应用, 作为应用终端的接收机的研究也日益重要起来。同时, 面对信息化战争中国际环境日益复杂, 卫星导航的安全问题日益突出, 使得对抗干扰导航接收机的研究走向时代的前沿^[2-3]。鉴于能够提供全球、全天候、连续、实时的海陆空多领域服务的全球导航卫星系统(global navigation satellite systems, GNSS)系统比单一的导航系统有更高的定位精度, 因此对多模接收机的研究也已成为卫星导航领域重要的发展和研究方向。

基于抗干扰多模接收机的设计以及性能测试的要求, 笔者设计和实现了抗干扰多模接收机人机交互平台系统, 为接收机的设计、测试、定型验收等

阶段起到了重要作用^[4]。

1 功能目标

抗干扰多模接收机人机交互平台不仅应具备对下位机(接收机)的工作模式控制功能, 而且还要以图形和数值方式输出接收机的位置和状态参数。因此, 根据抗干扰多模接收机的工作特点, 并参考相关人机交互平台的功能, 笔者总结出平台应具有以下功能特点:

1) 交互接口多样化, 能分别使用 1553B 和 RS422 双接口实现接收机和软件平台之间的通信交互。人机交互平台一方面可以将控制命令以及状态参数传递给下位机, 实现“写”功能; 另一方面能够读取下位机中的一些状态参数, 实现“读”功能。

2) 运行模式多样化, 平台能提供实时模式和回放模式 2 种运行模式。实时模式下, 平台能将下位机读取的数据进行实时显示; 回放模式下, 平台能够将本地保存的数 0 据文件进行回放动态显示。

收稿日期: 2012-03-29; 修回日期: 2012-05-08

基金项目: 国家高技术研究发展计划(863 计划)(2011AA120505); 国家自然科学基金(61173077)

作者简介: 代君(1987—), 女, 河南人, 硕士, 从事导航、制导与控制研究。

3) 数据显示合理化, 数据显示包括数值和图形 2 种显示方式。对于数值显示来说, 平台能将接收机的定位结果信息和各卫星系统的状态信息分块显示, 直观可见。图形显示部分, 能用星座图显示不同系统星座的实时位置信息及定位状态信息, 能用误差图形显示接收机位置和速度等定位结果的变化状态, 直观形象。

4) 性能检测综合化, 能对接收机进行实时滑动窗口式评估以及事后综合性能评估。实时滑动窗口评估可以对特定时间段接收机的性能进行重点观察、测试分析。事后综合性能评估是对接收机的总体性能进行综合测试, 对接收机的定型有重大作用。

5) 界面设计友好人性化, 能对于正在进行的操作以及操作产生的结果进行合理提示, 方便测试人员进行操作。

2 软件设计方案

根据上述的系统功能要求, 笔者选用 Visual Studio 2008 下的 C#作为软件开发平台。C#作为一种完全面向对象的高级语言, 综合了结构抽象和功能抽象的特性, 方便软件系统的模块化设计, 同时还能实现软件系统的可扩充性、多态性, 便于修改, 完全满足系统开发的要求。

2.1 总体设计方案

本软件系统是以数据上传为基础, 以回放测试为辅助, 以综合检测为目标的多功能软件平台。鉴

于抗干扰多模接收机是一个实时的系统, 它要求能够实时从硬件平台上得到数据, 进行数据处理、显示、评估、保存数据文件等工作, 所以对传送到软件平台上的数据必须进行实时处理, 即满足实时数据的时间约束(包括数据的绝对时间一致性和相对时间一致性)。同时, 本软件系统需要对已保存的本地数据文件进行回放显示、评估等, 以便于对不同时间、地点、环境下的接收机性能进行测试。最后, 本软件系统要求能够对下位机的软件程序进行在线烧录以及能够对软件版本进行在线升级。为满足上述系统功能目标, 同时考虑到缩短研发周期, 满足用户对产品功能、实用性和未来升级性的需求, 本软件系统的开发采用模块化的思想。可化分为 4 个模块, 分别为可视化模块、通信交互模块、接口选择模块、数据管理模块、命令管理模块。其软件系统结构图如图 1 所示, 数据流图如图 2 所示。

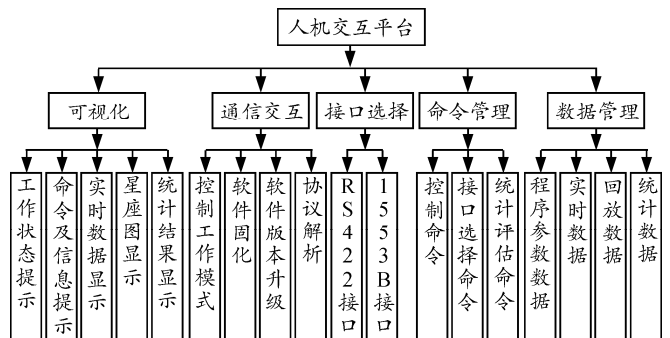


图 1 软件系统结构图

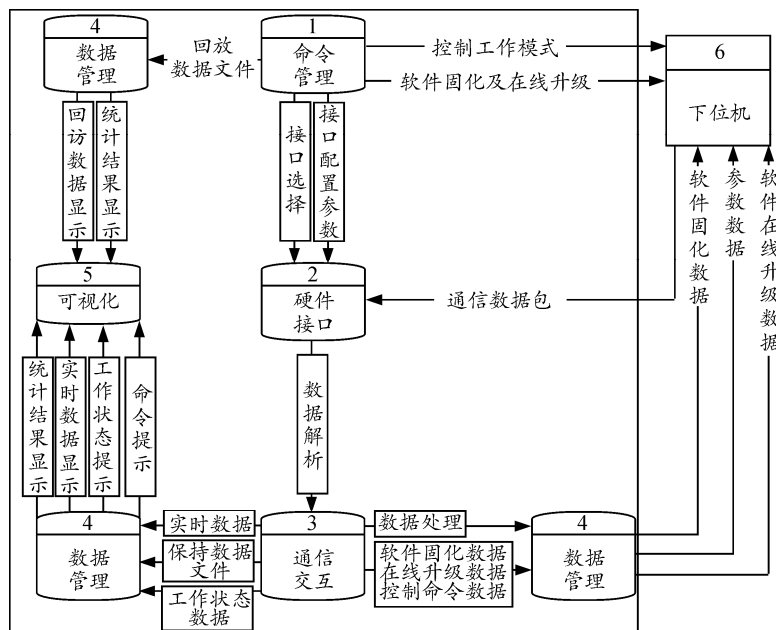


图 2 软件系统 0 级数据流图

2.2 可视化模块

可视化界面的设计是人机交互平台软件开发的首要工作, 是实现人机交互平台软件功能的关键。如果可视化界面设计不好, 将会对以后的功能修改及添加带来麻烦, 甚至于需要重新建立工程。

可视化模块的主要功能是:

- 1) 能够对数据实时显示;
- 2) 能够回放显示数据;
- 3) 能够显示统计评估数据;
- 4) 能够将工作状态显示以及将相关的提示信息反馈给用户。

2.3 通信交互模块

评价一个软件平台的好坏, 设计出可视化界面是必不可少的, 但更重要的是看它功能是否强大, 对于此抗干扰多模接收机人机交互平台来说, 实现与下位机进行数据通信是必须要实现的基本功能。

通信交互模块的主要功能是:

- 1) 能够提供对下位机工作模式进行控制的控制命令, 可以对接收机的工作模式进行控制;
- 2) 能够对下位机进行软件固化和软件版本的在线升级;
- 3) 能够对从下位机读取的数据进行数据解析, 使得解析后的数据满足平台所要求的数据类型。

2.4 接口选择模块

接口选择模块是人机交互平台与下位机通讯的基础。串行接口具有传输数据距离远的优势, 但传输数据速度慢, 处理效率低, 而并行接口相比于串行接口具有传输数据快, 但传输数据距离近的特点。为了更好、更全面地测试接收机的性能, 笔者在此实现的数据通信的接口包括 RS422(串行接口)和 1553B(并行接口)2 种接口。

2.4.1 RS422 接口

作为计算机与外围设备之间的数据传输通道的一种串口, RS422 接口不仅能够实现长距离的数据传输, 而且使用其进行通信也非常方便。在 Windows 环境下, 应用程序要使用串口进行通信, 必须在使用之前向操作系统提出资源申请(打开串口), 通信完成后必须释放资源, 即关闭串口^[5]。

在 VS2008 下, 实现串口通信的方法有 3 种:

- 1) 使用 API 通信函数;
- 2) 使用串口通信控件 MSComm;
- 3) 使用 VS2008 专门提供的串口通信类 SerialPort。在这里, 笔者使用第 3 种通信方法。串

口收发流程图如图 3 所示。

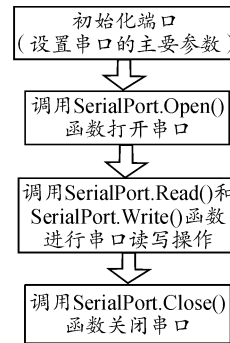


图 3 RS422 接口流程图

2.4.2 1553B 接口

MIL-STD-1553B 多路传输数据总线通信系统具有分布处理、集中控制、实时响应的特点, 克服了分散式和集中式系统不灵活、可靠性差、不易扩展和不易维护等缺点, 在航空领域的应用日益广泛。

MIL-STD-1553B 数据总线用的是指令/响应型通信协议, 主要的硬件部分为总线控制器 (bus controller, BC)、远程终端 (remote terminal, RT) 和总线监控器 (bus monitor, BM)^[5]。

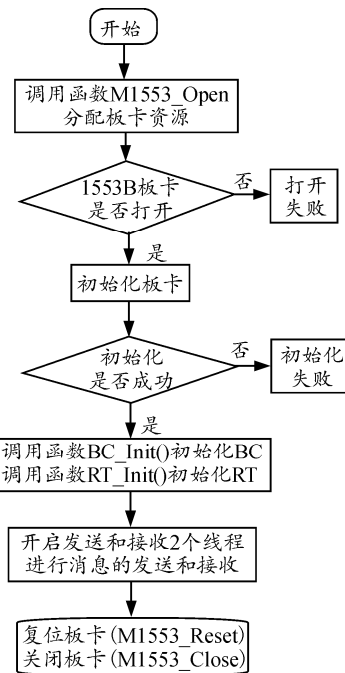


图 4 1553B 接口流程图

BC: 是在总线上唯一被安排为执行建立和启动数据传输任务的终端。

RT: 是用户子系统到数据总线上的接口, 它在 BC 的控制下提取数据或吸收数据。

BM: 是“监控”总线上的信息传输, 对总线上的数据源进行记录和分析, 但它本身不参与总线

的通信。

根据功能要求, 1553B 接口采用北京神舟飞航公司的 1553 通讯板卡 AEC1553-PCI-FBC31RT/S4, 利用该公司提供的动态链接库 M1553DF4 较好地实现了软件平台和下位机之间的通讯。在这里, 接口选择模块对 M1553DF4 提供的函数进行了进一步的封装, 提供给其它模块更完善的接口。软件平台与 1553B 板卡的通讯流程图如图 4 所示。

2.5 数据管理模块

数据管理模块是整个软件平台的核心模块之一, 也是提高软件性能的关键性模块。数据管理模块用来实现数据的统一管理, 实现数据与命令代码的分离, 这样可以使模块的可移植性增强, 较好地体现了面向对象的思想。

人机交互平台的数据主要包括以下 4 类: 1) 软件初始化配置参数, 包括软件运行配置的参数以及系统的提示信息; 2) 平台运行时的实时数据, 这类数据从下位机读取后主要用于人机交互时的实时显示以及后续的分析、测试, 在处理此类数据时, 必须注意数据类型和数据范围在人机交互平台和下位机 2 个系统中的区别和联系, 依照通信协议进行相应的处理; 3) 需要回放分析的回放数据, 这类数据在本地以数据文件的形式存在; 4) 统计评估数据, 包括被测试数据、理论数据以及测试结果数据。

2.6 命令管理模块

命令管理模块是软件的核心模块, 它将可视化模块、通信交互模块、数据管理模块和硬件接口管理模块有效地联系起来, 形成一个有效的软件整体。在整个程序运行的过程中, 用户通过接口选择模块输入相应的参数和指令, 命令管理模块提供相应的命令, 同时命令管理模块通过指令将相应的数据管理模块的数据进行处理, 数据处理后通过通信交互模块在相应的可视化界面上显示。

3 测试实例

为了验证软件平台的实用性和正确性, 将软件与下位机连接起来进行实际测试。由于测试条件的限制, 笔者选择将仿真数据通过下位机来测试软件平台系统。

仿真场景如下:

位置: 经度(东经 116.323 468 68°), 纬度(北纬

39.974 725 54°); 高度(90.631°)。

速度: 静止。

实时显示结果如图 5、图 6 所示, 分别以图形和数值的形式显示了接收机的位置、速度信息以及不同卫星星座系统的状态信息。

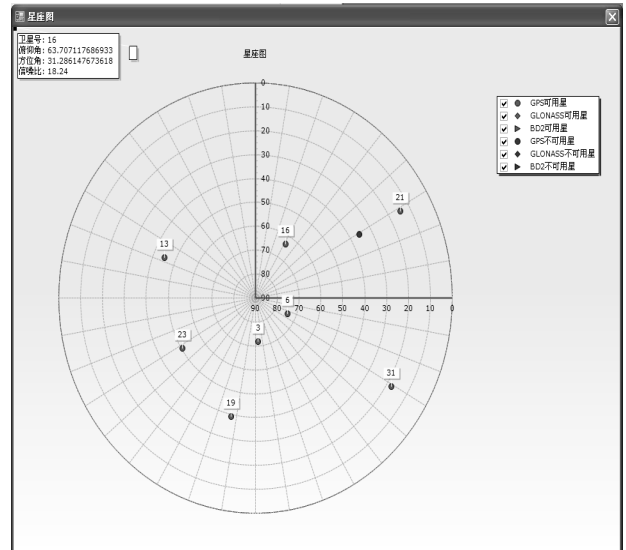


图 5 星座显示图



图 6 实时数据显示图

输入实时数据存储的数据文件 2011-06-02-16-57-31.txt 和理论数据(文件), 对接收机的接收性能进行测试, 结果如图 7 所示。